

BD

## METHOD AND EQUIPMENT FOR HEAT STORAGE OPERATION OF WASTE HEAT RECOVERY RANKINE CYCLE SYSTEM

Patent Number: JP58122308  
Publication date: 1983-07-21  
Inventor(s): KIMURA TOSHIHIRO; others: 03  
Applicant(s): MITSUI ZOSEN KK; others: 01  
Requested Patent: ☐ JP58122308  
Application Number: JP19820004912 19820118  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F01K25/00; F01K25/10  
EC Classification:  
Equivalents: JP1431869C, JP62039645B

### Abstract

**PURPOSE:** To improve the rate of operation of a waste heat recovery Rankine cycle system, by providing an exhaust gas quantity control valve which stops the supply of exhaust gas to a steam generator and by providing a supplied liquid quantity control valve which regulates the supplied liquid quantity of a heat medium.

**CONSTITUTION:** A waste heat recovery Rankine cycle system comprises a steam generator 4, an expander 10, a condenser 12 and a pump 14. When the temperature of exhaust gas at the inlet port of the steam generator 4 has fallen, a gas quantity control valve 2 is entirely closed and a speed governing valve 9 and a supplied liquid quantity control valve 16 are reduced of their degree of opening to effectuate primary heat storage operation. When the temperature has fallen further, an emergency shutoff valve 8 is entirely closed and the supplied liquid quantity control valve 16, a liquid level control valve 7 and the exhaust gas quantity control valve 2 are also entirely closed to effectuate secondary heat storage operation. The heat storage operation is thus enabled to effectively use heat energy to enhance the rate of operation of the heat recovery Rankine cycle system.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—122308

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 01 K 25/00  
25/10

識別記号

庁内整理番号  
6826—3G  
6826—3G

⑬ 公開 昭和58年(1983)7月21日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 排熱回収ランキンサイクル装置の蓄熱運転方法及びその装置

番1号新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

⑮ 特 願 昭57—4912

⑯ 発 明 者 片山芳樹

⑰ 出 願 昭57(1982)1月18日

君津市君津1番地新日本製鐵株式会社君津製鐵所内

⑱ 発 明 者 木村寿博  
岡山県児島郡灘崎町川張1244—58

⑰ 出 願 人 三井造船株式会社  
東京都中央区築地5丁目6番4号

⑲ 発 明 者 仁田功一  
玉野市宇野8丁目35—7

⑰ 出 願 人 新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号

⑳ 発 明 者 原田誠一郎  
北九州市八幡東区枝光一丁目1

㉑ 代 理 人 弁理士 小川信一 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

排熱回収ランキンサイクル装置の蓄熱運転方法及びその装置

2. 特許請求の範囲

1. 排熱源設備で発生した排ガスを導入する蒸気発生器で、与熱されて蒸気となつた熱媒体を膨張機で膨張して動力に変換し、その膨張機で仕事を終えた熱媒体を液体に凝縮し、再び蒸気発生器へ供給している排熱回収ランキンサイクル装置において、その蒸気発生器に供給される排ガス温度が異常に低下した時に、蒸気発生器への排ガスの供給を停止すると共に、排ガス温度が異常低下する以前にすでに排ガスによつて加熱され保有していた蒸気発生系の熱量を熱源としてこの熱量を動力発生装置以外に流出することを阻止するようにしたことを特徴とする排熱回収ランキンサイクル装置の蓄熱運転方法。

2. 排熱源設備で発生した排ガスを導入する蒸気発生器で与熱されて蒸気となつた熱媒体を

膨張機で膨張して動力に変換し、その膨張機で仕事を終えた熱媒体を液体に凝縮し、再び蒸気発生器へ供給している排熱回収装置において、その蒸気発生器に供給される排ガス温度が異常に低下した時に、蒸気発生器への排ガスの供給を停止可能な排ガス量調節弁を設けると共に、同時にその膨張機の蒸気消費量を低減させうる調速弁を設け、更に熱媒体給液量を蒸気発生器の伝熱管を熱源とした量に調節して運転可能な給液量調節弁を設け、かつ上記の運転が維持できなくなつた時に、膨張機への熱媒体蒸気の供給を止めうる危急遮断弁を設けたことを特徴とする排熱回収ランキンサイクル装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明はランキンサイクルによる中低温の排熱回収装置の稼働率向上をはかりうる排熱回収ランキンサイクル装置の蓄熱運転方法及びその装置に関するものである。

排熱源設備はその運転モード、定期修理等設備の都合により度々排ガス温度が一時的に極端

に低下したり、排ガス発生が短時間停止するものが多い。

このような場合、排気ガスの熱エネルギーを熱源としているランキンサイクルの排熱回収装置は、通常の運転が出来なくなり、停止せざるを得なくなる。

また、一度停止してしまうと排ガスの熱エネルギーが回復しても排熱回収装置の再起動に時間がかかるという問題がある。

この結果、排熱回収装置は稼働率が低下し、採算性の悪化をきたすことになる。

また、排熱回収装置を継続運転し、稼働率の低下を回避するには、本来回収の対象としている排熱源設備とは別に熱エネルギー供給設備を設けたり、蒸気発生器と膨張機との間の蒸気ラインに大容量の蒸気溜りを設けたりしなければならなくなり、排熱回収装置が高価となり、採算性の悪化をきたす。

このように排熱源設備の都合による排熱回収装置の稼働率低下、または設備費高騰が従来省

エネルギー推進の大きな障害となっていた。

一方、排熱回収装置は、その採算性向上のため、特に高効率、高稼働率が要求され、また、一般産業用原動機とは異り、供給される排熱の熱エネルギーの多寡に応じた出力で運転され、被駆動機側より出力を固定されることはない。

そこで本発明は、ランキンサイクルの中低温度排熱回収装置において、排熱源設備の都合により排ガス温度が一時的に極端に低下したり、排ガス発生が短時間停止しても、特別な熱エネルギー供給設備や大容量の蒸気溜りを設けずに、排ガス熱エネルギー、即ち、排ガス温度及び排ガス量が低下する前にその排熱回収装置が既に吸収していた熱エネルギーを有効利用した蓄熱運転を行うことによつて稼働率の高い排熱回収ランキンサイクル装置を提供することを目的としたものである。

ここで、蓄熱運転は、蒸気発生器の伝熱管が大容量の熱量を保有していることに着目した運転の方法であり、即ち、中低温度排熱回収装置

の蒸気発生器はその熱源である排ガスとランキンサイクル熱媒体との温度差が非常に小さいため、単位交換熱量当りの蒸気発生器伝熱管重量は普通の燃料焚ボイラーに対し5から10倍重くなり、伝熱管は大容量の熱量を保有している。

そこで、排熱源設備の何らかの都合により、排熱回収装置に供給される排ガス熱エネルギーが低下した場合、従来は排熱回収装置を停止していたが、本発明では第一次蓄熱運転を開始し、熱源を排ガスから蒸気発生器の伝熱管に切換えた運転を行つて、排熱回収装置の連続運転を継続する。排熱源設備が復旧し、排ガス熱エネルギーが上昇すると、熱源を排ガスに戻した運転を行つて、通常運転状態に移行させ、また、排ガス熱エネルギーの低下している時間が非常に長くて、第一次蓄熱運転が維持出来なくなつた場合には、第二次蓄熱運転を開始し、開始以前に加熱されていた熱媒体の液および蒸気を高温状態のままに蒸気発生器および蒸気ラインに封じ込めて、蓄熱状態を維持し、排熱源設備復旧

後の僅かな加熱によつてすぐ再起動が出来るようにしておくと共に、蒸気発生器供給排ガス熱エネルギーを急速に増加出来るようにしておくことが本発明の特徴であり、従来は蓄熱状態が十分維持されていながつたため、再起動時供給排ガス熱エネルギーの増加速度も緩慢で、しかも蒸気発生までに長い時間を要していた。

即ち、本発明の排熱回収ランキンサイクル装置の蓄熱運転方法を適用したランキンサイクル装置は、排熱源設備で発生した排ガスを導入する蒸気発生器で与熱されて蒸気となつた熱媒体を膨張機で膨張して動力に変換し、その膨張機で仕事を終えた熱媒体を液体に凝縮し、再び蒸気発生器へ供給している排熱回収装置において、その蒸気発生器に供給される排ガス温度が異常に低下した時に、蒸気発生器への排ガスの供給を停止可能な排ガス量調節弁を設けると共に、同時にその膨張機の蒸気消費量を低減させうる調速弁を設け、更に熱媒体給液量を蒸気発生器の伝熱管を熱源とした量に調節して運転可能な

給液量調節弁を設け、かつ上記の運転が維持できなくなつた時に、膨張機への熱媒体蒸気の供給を止めうる危急遮断弁を設けることにより構成される。

以下図面を参照して本発明の一実施例における排熱回収ランキンサイクル装置を説明すると、本実施例における排熱回収ランキンサイクル装置は、主に蒸気発生器4、膨張機10、凝縮器12、ポンプ14より構成されており、通常運転中は排熱源設備20で発生した排ガスが誘引通風機3で吸引され、排ガスダクト1を通して蒸気発生器4に導びかれる。

蒸気発生器4で熱媒体に与熱して低温になつた排ガスは、排ガス量調節弁2及び誘引通風機3を通つて外部に排出される。

一方、熱媒体は蒸気発生器4で熱を吸収して蒸気となり、これを気液分離器6、危急遮断弁8、調速弁9を通つて膨張機10に供給され、その吸収熱エネルギーを動力に変換して被駆動機11に伝達される。

蒸気発生器4から蒸気のみが流出するため全閉になつている。

そこで、排熱源設備20の何等からの都合により、蒸気発生器4の入口排ガスが一定の温度まで低下すると、次の操作を同時期に行うようになつている。

まず、調速弁9を絞つて、膨張機10を低負荷運転させ、蒸気消費量を減少させると共に、排ガス量調節弁2を全閉にして蒸気発生器4への排ガス供給を止め、排ガス温度が低下する以前に加熱されていた伝熱管5および伝熱管5内の熱媒体が温度が低下した排ガスによつて逆に冷却されないようにしている。

また、給液量調節弁16を絞つて、熱媒体供給量を減少させ、排ガス温度が低下する以前に加熱され、高い温度になつている主に伝熱管5の保有熱を熱源として、膨張機10に適正な温度の蒸気を発生させる。

このようにして、第一次蓄熱運転を行い、排ガスが一定の温度まで低下するまでに熱媒体自

膨張機10で仕事を終えた熱媒体蒸気は、凝縮器12で凝縮され、液となり、ポンプ14で排出され、給液量調節弁15を通つて蒸気発生器4へ供給されるが、上記の熱媒体は以上の繰り返しを行つて循環している。

通常、排ガス量調節弁2は、その弁開度を調節して排熱源設備20に悪影響を及ぼさない範囲で蒸気発生器4に最大の排ガス量を供給するようにしている。

また、給液量調節弁16はその弁開度を調節して排ガス熱エネルギーの多寡に応じて蒸気発生器4へ供給する熱媒体量を調節し、熱媒体蒸気が適正な温度になるようにしている。

次に、液レベル調節弁7は、気液分離器6の熱媒体液レベルが上昇すると開き、熱媒体液を凝縮器12へ排出して一定レベル以上にならないようにしている。

なお、図中Fは流量計を、Tは温度計を、そしてPは圧力計を示している。

また、通常運転中は、液レベル調節弁7は、

体と伝熱管5とが既に排ガスによつて加熱され保有している熱量を熱源として発生した蒸気を膨張機10に供給し続け、排ガスが一定の温度まで低下しても膨張機10の運転を継続しながら排熱源設備20が復旧し、排ガス温度が上昇するのを待期するようになつている。

次に、排ガスが一定の温度まで上昇すると、次の操作を同時期に行う。

即ち、排ガス量調節弁2を急速に開けて、蒸気発生器4への排ガス供給を開始すると共に、給液量調節弁16を開け、熱媒体供給量が排ガスの熱エネルギーに応じた量になるように増し、更に調速弁9を徐々に開け、膨張機10の負荷制限を解き、このようにして第一次蓄熱運転から通常運転に移行する。

一方、長い時間排ガス温度が上昇しないため、伝熱管5の温度が低下し、膨張機10に適した温度の蒸気が発生出来なくなつた場合には、第二次蓄熱運転状態から次の操作を同時期に行う。

即ち、危急遮断弁8、調速弁9を全閉にして

膨張機10への蒸気供給を止めると共に、給液量調節弁16を全閉にして蒸気発生器4への熱媒体供給を止め、更に液レベル調節弁7は第一次蓄熱運転から継続して全閉を維持しておく。

また、排ガス量調節弁2も第一蓄熱運転から継続して全閉にされている。

このようにして、第二次蓄熱運転を行い、熱媒体の液および蒸気を、蒸気発生器4および蒸気ラインに対して封じ込めて、蒸気発生系からの動力発生部への蒸気流出を阻止して、熱媒体および蒸気発生器伝熱管温度を更に低下しないように一定の温度に保持しながら排熱源設備20が復旧し、排ガス温度が上昇するのを待期する。

更に、排ガスが一定の温度まで上昇すると、次の操作を行うことになる。

即ち、排ガス量調節弁2を急速に開けて、蒸気発生器4への排ガス供給を開始すると共に、給液量調節弁16を開け、熱媒体供給量が排ガスの熱エネルギーに応じた量になるように増し、次に膨張機10を運転するのに適正な蒸気が発生

した時点で危急遮断弁8を全開にし、更に調速弁9を徐々に開けて、発生蒸気を膨張機10に供給して膨張機10を再起動する。

このようにして、第二次蓄熱運転から急速再起動して、通常運転に移行する。

ここで、第一次蓄熱運転中の蒸気発生の様子を第2図、第3図に示しており、排熱回収装置の膨張機10を定圧運転する場合には、第2図に示すように、第一次蓄熱運転直前の排ガス温度Aおよび第一次蓄熱運転直前の伝熱管温度Bから、第二次蓄熱運転直前の伝熱管温度Cまで低下する伝熱管4の熱量を熱源として、第一次蓄熱運転直前と変わらない熱媒体温度Dの蒸気を発生させることが出来る。

排熱回収装置を熱源の排ガス熱エネルギーに応じて変圧運転する場合には、第3図に示すように第一次蓄熱運転直前の伝熱管温度Bから第二次蓄熱運転直前の伝熱管温度Cまで低下する伝熱管5の熱量を熱源として、第二次蓄熱運転直前の熱媒体温度Eの蒸気を発生させることが

出来る。

利用出来る伝熱管5の熱量は、定圧運転よりも変圧運転が大きいので、変圧運転すると蓄熱運転の効果を一層高めることが出来る。

第二次蓄熱運転中の熱媒体状態は、大気放熱で若干の温度低下はあるが、第2図の熱媒体温度Dおよび第3図の第二次蓄熱運転直前の熱媒体温度Eでほぼ維持され、蓄熱されている。

ここで、本発明による操作を全て自動的にを行い、実用した結果、排熱回収装置の稼働率が大幅に向上し、例えば1日に1時間排ガス温度が極端に低下する場合には、稼働率を約3.5倍向上することが出来ることが実験結果からも実証された。

従つて、本発明を適用することにより、排熱回収装置においては、排熱源設備の都合により排ガス温度が異常に低下したり、排ガス発生が短時間停止しても、特別な熱エネルギー供給設備や大容量の蒸気溜りを設けなくて排ガス熱エネルギーが低下する前にその装置が既に吸収し

ていた熱エネルギーを有効利用して蓄熱運転ができ、稼働率の高い排熱回収方法とその装置を提供できることになる。

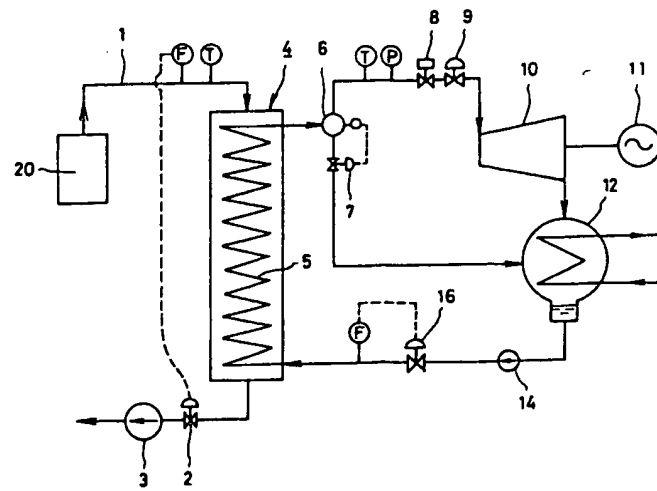
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例における排熱回収ランキンサイクル装置の主要系統図、第2図は第1図の装置の定圧運転時における第一次蓄熱運転中の蒸気発生器の熱交線図、第3図は第1図の装置の変圧運転時における第一次蓄熱運転中の蒸気発生器熱交線図である。

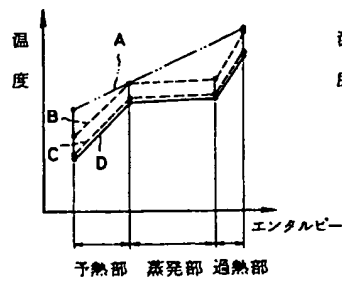
2…排ガス量調節弁、4…蒸気発生器、8…危急遮断弁、9…調速弁、10…膨張機、16…給液量調節弁、20…排熱源設備。

代理人 弁理士 小 川 信 一  
弁理士 野 口 賢 照  
弁理士 斎 下 和 彦

第 1 図



第 2 図



第 3 図

